## AFC CIRCUIT

Publication number: JP2000228656

Publication date: 2000-07-04

FUKUMORI HIROYUKI; ISHIDA KENICHI

JISEDAI DIGITAL TELEVISION HOS; NIPPON

FLECTRIC CO

Applicant:

Classification:
- international:

Inventor:

H04J11/00: H04J11/00; (IPC1-7): H04J11/00

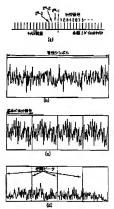
- european:

Application number: JP19990028365 19990205
Priority number(s): JP19990028365 19990205

Report a data error here

### Abstract of JP2000228656

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an AFC circuit capable of performing the frequency error correction of a wider range including one sub-carrier interval or more. SOLUTION: In the OFDM(orthogonal frequency division multiplex) signals of a carrier number 2m for which a known pilot signal is superimposed on the 2n-th carrier, repetitive signals obtained by equally dividing the pilot signals of one effective symbol period into 2n are held on a receiver side as the data of basic pilot signals, a complex correlation value with reception signals is calculated and the correlation peak value of the complex number of 2n times in one effective symbol period is obtained. By dividing the phase component of the correlation peak value by a basic pilot signal period, a frequency error is obtained. For the error, the phase change of the basic pilot signal period becomes 2n times of the sub-carrier interval or less. Then, by correcting the carrier wave frequency of the receiver based on the detected error, the frequency error of one sub-carrier interval or more is detected.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

# (19)日本|勝許庁 (JP) (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号 特開2000-228656 (P2000-228656A)

(43)公開日 平成12年8月15日(2000.8.15)

(51) Int.Cl.7 H04J 11/00 織別紀号

FΙ H04J 11/00

テーマコート\*(参考) Z 5K022

審査請求 有 請求項の数5 OL (全 11 頁)

(21)出職番号

特順平11-28365

(22) 出顧日

平成11年2月5日(1999.2.5)

(71) 出願人 39501/298

株式会社次世代デジタルテレビジョン放送

システム研究所

東京都港区赤坂四丁目13番5号

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都維区芝五丁目7番1号

(72)発明者 福森 裕之

東京都港区赤坂5丁目2番8号 株式会社 次世代デジタルテレビジョン放送システム

研究所内 (74)代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外5名)

最終質に続く

## (54) 【発明の名称】 AFC回路

(57)【要約】

【課題】 1サブキャリア間隔以上を含めてより広範囲 な周波数誤差補正を行うことのできるAFC回路を提供 する。

【解決手段】 2n 番目のキャリアに既知のパイロット 信号を乗せたキャリア数2mのOFDM信号において、 1 有効シンボル期間のパイロット信号を 2n 等分して得 られる繰り返し信号を基本パイロット信号のデータとし て受信装置側に保持し、受信信号との複素相関値を計算 して、1有効シンボル期間に2n回の複素数の相関ビー ク値を得る。この相関ピーク値の位相成分を基本パイロ ット信号期間で割ることで周波数誤差を得る。この誤差 は、基本パイロット信号期間の位相変化がサブキャリア 間隔の2n倍以下となる。そこで、この検出誤差に基づ いて受信装置の搬送波周波数を補正することで、1 サブ キャリア問隔以上の周波数誤差を検出することが可能と なる.







#### 【特許請求の範囲】

【請求項1】キャリア番号2。番目のキャリアが既知の 期間で変調されたパイロットキャリア(以下、バイロット信号)を用いたキャリア数2mのFDM (直交開放 数分割多重)方式の変調信号(以下OFDM信号)を受 信し、その伝送周波信号を中間周波信号に変換するチューナー回路と、この回路で待られたアナロツ中間周波信 号をクロック信号発振回路で発生されるサンプリングク ロックによりデジタルが中間所設信号に変換するアナログ デジタル変距路と、この回路で待られたデジタル中 間周波信号をローカル信号発掘回路で発生れるローカ ル信号により直交復調して複素形式のベースパンドOFD 附信号に変換する直交復期回路と、この回路で得られたデジタル で発表が表がベースパンドOFDM信号から各据送波の データ信号を復調するOFDM復調回路とを備えたOFDM の場合等変化用いられ、

それぞれ前記吸知の規則に則って構成され、前記直交覧 関四路で得られた複素形式のベースバンドOFDM信号 について干砂保持された前記サイロット信号との間で相 関処理を行うもので、伝送帯域の中心周波数に対して相 対的に正の周波数を有するパイロット信号との相関信号 を出力する正フィルタと、伝送帯域の中心周波数に対して 相対的に負の周波数を有するパイロット信号との相関 信号を出力する負フルタとを備えるフィルタ手段と 前配正フィルタ及び負フィルクの各出力についてビーク を検出して、伝送帯域の中心周波数に対して正の周波数 成分の相関に一ク信号及び負の周波数成分の相関ビーク 信号を出力する自力をは一ク機計長度と、

このビーク検出手段で得られる正及び負の周波数成分の 相関ビーク信号を加速することで、前記ペースパンド〇 FDM信号における各般送波の周波数間隔が変化せず伝 送帯域の中心周波数が偏移した場合の周波数偏移量を算 出する加算回路と、

前記ピーク検出手段で得られる正及び負の周波数成分の 相関ピーク信号を減重することで、前記ペースバンド〇 ドDM信号における各厳送波の中心周波数が変化せず各 キャリア間の周波数間隔が偏移した場合の周波数偏移量 を算出する減算回路と、

この減算回路で算出される周波数偏移量から前記サンプ リングクロックの周波数誤差を検出し、この周波数誤差 に応じて前記クロック信号発振回路の発振周波数を補正 するクロック信号補正手段と、

前記加算回路で算出される周波数個移量から前記ローカ ル信号の周波数誤差を検出し、この周波数誤差に応じて 前記ローカル信号発振回路の発振周波数を補正するロー カル信号補正手段とを具備することを特徴とするAFC 回路。

【請求項2】キャリア番号2 \* 番目のキャリアが既知の 規則で変調されたパイロットキャリア(以下、パイロット信号)を用いたキャリア数2 \*\*のOFDM(直交周波 数分割多重)方式の変調信号(以下OFDM信号)を受 信し、その伝送周波信号を中間周波信号に変換するチュ ーナー回路と、この回路で得られたアナログ中間周波信 号をクロック信号発振回路で発生されるサンプリングク ロックによりデジタル中間周波信号に変換するアナログ /デジタル突接回路と、この回路で得られたデジタル中 間周波信号をローカル信号発振回路で発生されるローカ ル信号により直を突触する直交接回路と、この回路で得られ た機業形式のベースバンドOFDM信号から名振送波の データ信号を復調するOFDM復調回路とを備えたOF DM信号に変換するOFDM復調回路とを備えたOF DM信号を変数する「FDM復調回路とを備えたOFDM優信数では、

それぞれ前記既知の規則に則って構成され、前記直交復 調回路で得られた推案形式のペースパンドのFDM信号 について予め帳持された前にパイロット信号との間で相 関処理を行うもので、伝送帯域の中心局波数に対して相 対的に正の耐波数を有するパイロット信号との相関信号 を出力するロフィルタと、仮送帯域の中心用変数に対して 相対的に負の周波数を有するパイロット信号との相関 信号を出力する負フィルタとを備えるフィルク手段と 前記正フィルク及び負フィルタの各出力についてピーク を検出して、伝送帯域の中心開波数に対して正の周波数 成かの相関ビーク信号及び負の周波数成分の相関ビーク 信号を出力するビーク検出手限数、成分の相関ビーク 信号を出力するビーク検出手限数

このビーク検出手段で得られる正及び負の周波数成分の 相関ビーク信号を被算することで、前記ペースバンドO FD M信号における各般送波の中心周波数が変化せず各 キャリア間の周波数間隔が偏移した場合の周波数保移量 を集出する練算回路と、

この減算回路で算出される周波数偏移量から前記サンプ リングクロックの周波数原差を検出し、この周波数原差 に応じて前記クロック信号発掘回路の発掘周波数を補正 するクロック信号補正手段とを具備することを特徴とす るAFC同路

【請求項3】キャリア番号2。番目のキャリアが既知の 規則で実調されたパイロットキャリア(以下、パイロット ト信号)を用いたキリア数2。ののFDM 信支局域 数分割多重)方式の変調信号(以下OFDM信号)を受 信し、その伝送周波信号を中間周波信号に支換するチュ ーナー回路と、この回路で待られたアナロン中間間波信 号をクロック信号発振回路で発生されるサンアリングク ロックによりデジタル中間削波信号に実換するチンロックによりデジタル中間削波信号に実換するチンロックによりデジタル中間削波信号に実換するアンサー 間周波信号をローカル信号発振回路で発もれたデジタル中 間周波信号をローカル信号発振回路で発もれたデジタル中 の格信号で変対る直交変調回路と、この同様の 大変が変あるで変調回路と、この同様の 大変であるで表現の一名が、アータにある で得多を提調する〇FDM復調の日とを備えた〇F DM 信号を登録する〇FDM復調回路とを備えた〇F DM 受信装を開する〇FDM復調回路とを備えた〇F

それぞれ前記既知の規則に則って構成され、前記直交復

調回路で得られた複素形式のペースパンドOFD M 信号 について予め保持された前部パイロット信号との間で相 関処理を行うので、伝送器域の中心関波数に対して相 対的に正の開送数を有するパイロット信号との相関信号 を出力する正フィルタと。伝送器域の中心開波数に対し て相対的に負の間波数を有するパイロット信号との相関 信号を出力する負フィルタとを備えるフィルタ手段と、 前記正フィルタ及び負フィルタの各出力についてビーク を検出して、伝送器域の中心周波数に対して正の周波数 成分の相関に一ク信号及び負の周波数成分の相関ピーク 信号を出力するシピータ検出手段と、

このビーク検出手段で得られる正及び負の周波数成分の 相関ビーク信号を加算することで、前記ペースバンド〇 FDM信号における各触送波の周波数間隔が変化せず伝 送帯域の中心周波数が偏移した場合の周波数偏移量を算 出する加算回路と、

この加算回路で算出される周波数個移量から前記ローカル信号の周波数銀差を検出し、この周波数銀差に応じて 前記ローカル信号発振回路の発振周波数を補正するロー カル信号補正手段とを具備することを特徴とするAFC 回路

【請求項4】前記フィルタ手段は、前記正フィルタ、負 フィルタ用に、前記パイロット信号波形に相当するデー 列を格納するメモリ回路を備え、前記正フィルタ、負 フィルタはされぞれ前記メモリ回路に格納されたデータ 列による歴み込み演算によって相関信号を求めることを 特徴とする請求項1、2、3のいずれか記載のAFC回 路。

【請求項5】前記フィルタ手段は、前記パイロット信号が1有効シンボル期間で2°×Rキャリアに1回のとき、最小繰り返し単位2°回の相関処理を施すことを特徴とする請求項1、2、3のいずれか記載のAFC回

#### 【発明の詳細な説明】

[0001]

【発明の属する技術分野】本発明は、OFDM(直交周 波数分割多重) 伝送方式を採用した無線伝送システムの 受信装置に用いられ、搬送波の周波数誤差及びサンプリ ング周波数誤差を補正するAFC(自動周波数割御)回 路に関する。

#### [0002]

【従来の技術】周知のように、OFDM伝送方式では、 送信装置と受信装置との間で、高周波段の蝦送波や中間 周波段の蝦送波に周波数低差があるとき、またサンプリ ング周波数に読差があるとき、OFDMの各キャリア間 の直交性が強化、キャリア間干渉を生じる。そこで、従 来のOFDM受信装置には、搬送波の周波数熱差及びサ ンプリング周波数誤差を補正するAFC回路が設けられ ている、このAFC回路の基本的な構成を図うに示す。 「00031 図5において、アンテナ11を連びて手 ーナ12で割燃数変換されたOFDM信号は、A/D変 機回路13に入力され、クロック信号発掘回路14で発 生されるサンプリングクロック(開波数 fs)によりデ ジタル信号に変換される。ここでデジタル化されたOF 附信号は定数関回路15に入力され、ローカル信号 発掘回路16で発生されるローカル信号と複素数乗算す ることによって直交復調され、複素形式のベースバンド のFDM信号とであってOFDM復調回路17は、入力されたOFDM 信号を時間領域から周波数領域に変換し、各搬送級に乗 せられたデータ信号を復興出力するものである。

[0004]一方、上記直交復調回路 15の出力に固数 敷部差検出回路 18に送られる。この函数 就差検出 路18は、ガードインターバル期間と有効シンボル期間 との相関を用いてサンプリング周波数誤差及び搬送波の 原波数誤差を検出し、その検出結果に基づいてクロック 発掘回路 4 の発掘周波数を制御し、それぞれの誤差を 同時に補正している。

## [0005]

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記のような従来のAFC回路では、1シンボル単位でガード インターバル期間と有効シンボル期間との相関処理を行うため、補正できる提送波切波数類整紅とオサテキリア 間隔以下となり、それ以上の所述数額差がある場合には 他の周波数割卸手段で引き込み処理を行わなければなら す、精成が複雑となってしまう。

【0006】本発明は、上記の問題を解決し、簡易な構成にして1サブキャリア間隔以上を含めてより広範囲な 周波数談差補正を行うことのできるAFC回路を提供す ることを目的とする。

#### [0007]

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、本発明に係るAFC回路は、以下のような特徴的 はまれるよう。

構成を有する。 【0008】(1)キャリア番号2n番目のキャリアが 既知の規則で変調されたパイロットキャリア(以下、パ イロット信号)を用いたキャリア数2mのOFDM(直 交周波数分割多重) 方式の変調信号(以下OFDM信 号)を受信し、その伝送周波信号を中間周波信号に変換 するチューナー回路と、この回路で得られたアナログ中 間周波信号をクロック信号発振回路で発生されるサンプ リングクロックによりデジタル中間周波信号に変換する アナログ/デジタル変換回路と、この回路で得られたデ ジタル中間周波信号をローカル信号発振同路で発生され るローカル信号により直交復調して複素形式のベースバ ンドOFDM信号に変換する直交復調回路と、この回路 で得られた複素形式のベースバンドOFDM信号から各 搬送波のデータ信号を復調するOFDM復調回路とを備 えたOFDM受信装置に用いられ、それぞれ前記既知の 規則に削って構成され、前記直交復調回路で得られた複 表形式のベースバンドOFD M信号について予め保持さ れた前記パイロット信号との間で相関処理を行うもの で、伝送帯域の中心周波数に対して相対的に正の周波数 を有するパイロット信号との相関信号を出力する正フィ ルタと、伝送帯域の中心周波数に対して相対的に負の周 波数を有するパイロット信号との相関信号を出力する負 フィルタとを備えるフィルタ手段と、前記正フィルタ及 び負フィルタの各出力についてピークを検出して、伝送 帯域の中心間波数に対して正の周波数成分の相関ピーク 信号及び負の周波数成分の相関ビーク信号を出力するビ 一ク検出手段と、このピーク検出手段で得られる正及び 台の周波数成分の相関ピーク信号を加算することで、前 記ペースバンドOFDM信号における各搬送波の周波数 間隔が変化せず伝送帯域の中心周波数が偏移した場合の 周波数偏移量を复出する加算回路と、前記ピーク検出手 段で得られる正及び負の周波数成分の相関ピーク信号を 減算することで、前記ベースバンドOFDM信号におけ る各搬送波の中心周波数が変化せず各キャリア間の周波 数間隔が偏移した場合の周波数偏移量を算出する減算回 路と、この減算回路で算出される周波数偏移量から前記 サンプリングクロックの周波数誤差を検出し、この周波 数調差に応じて前記クロック信号発振回路の発振周波数 を補正するクロック信号補正手段と、前記加算回路で算 出される周波数偏移量から前記ローカル信号の周波数誤 差を検出し、この周波数誤差に応じて前記ローカル信号 発振回路の発振周波数を補正するローカル信号補正手段 レを<br />
具備することを特徴とする。

【0009】(2)キャリア番号2n番目のキャリアが 既知の規則で変調されたバイロットキャリア (以下、バ イロット信号)を用いたキャリア数2mのOFDM(直 交周波数分割多重) 方式の変調信号(以下OFDM信 号)を受信し、その伝送周波信号を中間周波信号に変換 するチューナー回路と、この回路で得られたアナログ中 間周波信号をクロック信号発振回路で発生されるサンプ リングクロックによりデジタル中間周波信号に変換する アナログ/デジタル変換回路と、この回路で得られたデ ジタル中間周波信号をローカル信号発振回路で発生され るローカル信号により直交復調して複素形式のベースバ ンドOFDM信号に変換する直交復調回路と、この回路 で得られた複素形式のベースバンドOFDM信号から各 搬送波のデータ信号を復調するOFDM復調回路とを備 えたOFDM受信装置に用いられ、それぞれ前記既知の 規則に則って構成され、前記直交復調回路で得られた複 表形式のベースバンドOFDM信号について予め保持さ れた前記パイロット信号との間で相関処理を行うもの で、伝送帯域の中心周波数に対して相対的に正の周波数 を有するパイロット信号との相関信号を出力する正フィ ルタと、伝送帯域の中心周波数に対して相対的に負の周 波数を有するパイロット信号との相関信号を出力する負 フィルタとを備えるフィルタ手段と、前記正フィルタ及 び負フィルタの各出力についてビークを検出して、伝送 帯域の中心周波数底に対して正の周波数成分の相関ビーク 信号及び負の周波数成分の相関ビーク信号を出力するビ 一ク検出手段と、このピーク検出手段で得られる正及び 負の間波数成分の相関ビーク信号を減算することで、前 試べユスバンドのFD M信号と対ける各機送の中心局 波数が変化せず各キャリア間の周波数間隔が偏移した場 合の間波数側移量を算出する終算回路と、この減更回 で算出される開設数個移場から前記サンアリングクロッ クの周波数誤差を検出し、この周波数誤差に応じて前記 クロック信号発掘回路の発掘開波数を補正するクロック 信号相所手段・多具備することを特徴とする。

【0010】(3)キャリア番号2n番目のキャリアが 既知の規則で変調されたパイロットキャリア(以下、パ イロット信号)を用いたキャリア数2mのOFDM(直 交間波数分割多重) 方式の変調信号 (以下OFDM信 号)を受信し、その伝送周波信号を中間周波信号に変換 するチューナー回路と、この回路で得られたアナログ中 間周波信号をクロック信号発振回路で発生されるサンプ リングクロックによりデジタル中間周波信号に変換する アナログ/デジタル変換回路と、この回路で得られたデ ジタル中間周波信号をローカル信号発掘回路で発生され るローカル信号により直交復調して複素形式のベースバ ンドOFDM信号に変換する直交復調回路と、この回路 で得られた複素形式のベースバンドOFDM信号から各 搬送波のデータ信号を復調するOFDM復調回路とを備 えたOFDM受信装置に用いられ、それぞれ前記既知の 規則に削って構成され、前記直交復調回路で得られた複 素形式のベースバンドOFDM信号について予め保持さ れた前記パイロット信号との間で相関処理を行うもの で、伝送帯域の中心周波数に対して相対的に正の周波数 を有するパイロット信号との相関信号を出力する正フィ ルタと、伝送帯域の中心周波数に対して相対的に負の周 波数を有するパイロット信号との相関信号を出力する負 フィルタとを備えるフィルタ手段と、前記正フィルタ及 び負フィルタの各出力についてピークを検出して、伝送 帯域の中心周波数に対して正の周波数成分の相関ピーク 信号及び負の周波数成分の相関ピーク信号を出力するピ ーク検出手段と、このピーク検出手段で得られる正及び 負の周波数成分の相関ピーク信号を加算することで、前 記ベースバンドOFD M信号における各機送波の周波数 間隔が変化せず伝送帯域の中心周波数が偏移した場合の 周波数偏移量を算出する加算回路と、この加算回路で算 出される周波数偏移量から前記ローカル信号の周波数誤 差を検出し、この周波数誤差に応じて前記ローカル信号 発振回路の発振周波数を補正するローカル信号補正手段 とを具備することを特徴とする。

【0011】(4)上記(1)~(3)のいずれかの構成において、前記フィルタ手段は、前記正フィルタ、負フィルタ用に、前記パイロット信号波形に相当するデー

タ列を格納するメモリ回路を備え、前記正フィルタ、負 フィルタはそれぞれ前記メモリ回路に格納されたデータ 列による畳み込み演算によって相関信号を求めることを 特徴とする。

【0012】(5)上記(1)~(3)のいずれかの構成において、前記フィルタ手段は、前記パイロット信号が1有効シンボル期間で2××Rキャリアに1回のと

き、最小繰り返し単位2 m 回の相関処理を施すことを特徴とする。

## [0013]

【発明の実施の形態】まず、本発明の実施の形態を説明 するに先立ち、本発明によるAFC回路の概要について 説明する。

【0014】本発明では、受信したOFDM信号と受信 装置の搬送波周波数(サンプリングクロック、ローカル 信号)の周波数誤差を補正するために、ガードインター バルの相関ではなく、有効シンボル期間にある既知の規 則で送られてくるパイロット信号による相関を用いる。 例えば、我が国においてOFDM伝送方式の採用を前提 に標準化が進められている次世代地上波デジタル放送に あっては 周波数方向と時間方向にパイロットシンボル を分散されたSP (Scattered Pilot) 方式が検討され ている。その暫定方式における1フレーム内のパイロッ ト信号配置例を図3に示す。尚、SP方式については、 映像情報メディア学会誌Vol.52, No.11, pp.1658~1665 (1998)「地上ディジタル放送におけるOFDMシンボ ル長とスキャッタードパイロットによる伝送特性」にそ の詳細が記載されているので、ここではその説明を省略 する。本発明の特徴は、フレーム内に分散配置されたパ イロット信号を利用して、周波数誤差を求めることにあ ъ.

○・ (1015] 本発明におけるSPの利用方法について、 図名を参照して説明する。図名において、(a)はキャリア配置を示し、(b)は受信のFDM信号装形を示し、(c)はパイロット信号送形を示し、(d)は受信のFDM信号とパイロット信号との相関信号を示す。1016]すなわち、図4(a)のように、キャリア番号2 電音回キャリアをパイロットキャリアとし、受信側で容易に分かるような戦知の規則で変調されたパイロットキャリアとにをパイロット信号とする)を用いたキャリア数2ののFPM信号において、1有効シンボル期間のパイロット信号を2。等分すると、同じ信号が緩り返されていることがわかる(この同じ信号を基本パイロット信号を36万

[0017] したがって、基本パイロット信号をデータ として受信装置側に保持し、受信信号との複素相関値を 計算すると、1 有効シンポル期間に2 \* 回相関値のビー ク(これを相関ビーク値とする)が現れる。相関ビーク 値は複素製であり、その位相成分は、基本パイロット信 号期間に、受信したのFDM信号と受信装置の撤送波周 波数の周波数誤差によって変化した位相量を示す。位相 を時間で割ったものが周波数であるから、相関ビーク値 の相似分を基本パイロット信号期間で割ったものが周 波数誤差である。

【0018】この方法で補正できる周波数誤差は、基本パイロット信号期間の位相変化が36.0度以下、すなわちサブキャリア間隔の2°倍以下となる。んたがって、1サブキャリア間隔以上の周波数誤差を検止することが可能となり、広範囲な周波数誤差補正を行うことができるようになる。パイロットキャリアを間引き、2°×R番目のキャリアとしていまった。

【0019】以下、図1乃至図2を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。尚、本発明において、AF 区回路の基本構成125に示した構成と同じである。こ のため、以下では本発明の特徴部分となる周波数誤差検 出回路(18)の部分について説明する。

【0020】図1は、因5に示したAFC回路に本発明を適用した場合の周波数選差検出回路18の構成を示す ものである。ここで、受信されたOFDM信号は、キャリア番号2。番目のキャリアをパイロットキャリアとし、受信側で容易に分かるような既知の規則で変調されたパイロットキャリア(これを基本パイロット音やとする)を用いたキャリア数2mのOFDM信号とする。

【0021】図1において、直交復調回路(15)から の複素形式によるOFDM信号は正フィルク回路18 反び負フィルクラ回路182に供給される。正フィルタ回 路181は正クップ係数メモリ183に予め格納された 基本パイロット信号の波形データを入力し、直交復調さ れたOFDM信号との相関信号を求めるものである。また、負フィルク回路182は良クップ係数メモリ184 に予め格納された基本パイロット信号の波形データを入 力し、直交復調されたOFDM信号との相関信号を求め もしてする。

【0022】 ここで、正タップ係数メモリ183 に格納される係数は、伝送帯域の中心周波数に対して相対的に 近の周波数を有する基本パイロット信号の波形データに 対応する。また、負タップ係数メモリ184 に格納され る係数は、伝送帯域の中心周波数に対して相対的に負の 周波数を有する基本パイロット信号の波形データに対応 \*\*\*

【0023】上記正フィルク回路181及び負フィルタ回路182は、具体的には図2(a)に示すようをFI R型デジタルフィルクで開設される。すなから、入力されたOFDM信号を遅延素子D1~Dn(図ではn=5)で1サンブルずつ遅延し、各遅延出力をそれぞれ来等器M1~Mnで図2(b)に示す候数メモリ(例えばROM)183または184からの基本パイロット信号波形データに対応した係数と乗業し、加減器かにより集構加算することで、畳み込み演集がなされ、これによってOFDM信号と基本パイロット信号との相関信号を得

る。

【0024】以上のことから、正フィルタ回路181 は、伝送帯級の中心制成数に対して相対的に正の周波数 を有する基本パイロット信号との相関信号と出力するの に対し、負フィルタ回路182は、伝送帯域の中心周波 数に対して相対的に負の削級数を有する基本パイロット 信号との相関信号を出力する。これらのフィルタ回路1 81、182の出力はそれぞれビーク検出回路185、 186に送られる。これらのピーク検出回路185、 186は、それぞれ入力された相関信号のピーク値を検出 保持するものである。ここで検出保持されたビーク値を 相関ビーク信号とする。これらのピーク検出回路18 5、186の出力は、それぞれ加算回路187及び減算 回路188に送られる。

【0025】加算回路187は、正フィルク回路181 の出力と負フィルク回路182の出力とを加算すること で、OFD M信号の各般遊波の制波数間隔が変化せず、 伝送帯域の中心周波数が揮移した場合の開波数備移量を 算出する。また、流算回路188は、正フィルク回路1 81の出力と負フィルク回路182の出力とを減算する ことで、OFD M信号伝送帯域の中心周波数が変化せず、各般遊戏間の周波数周隔が偏移した場合の周波数銅 移長を報せる。

【00261加算回路187の出力は、ローカル周波数 調差変換回路189によりローカル信号の周波数調差に 相当する制御信号に変換されてローカル信号発掘回路1 6に送られ、ローカル信号の周波数補正に供される。同 様に、城垣回路180出力は、クロック周波数割差変 検回路1810によりサンプリングクロックの局波数割 差に相当する制御信号に変換されてクロック信号発振回 路14に送られ、サンプリングクロックの周波数補 に送され、サンプリングクロックの周波数補正に 供される。

【0027】 きらに具体的な構成について説明する。 【0028】まず、正フィルク回路181は、基本パイ ロット信号のうち伝送帯域の中心周波数に対して相対的 に正の崩波数を有する周波数板分のみタッア係数として 持ち、負フィルク回路182は、基本パイロット信号の うち伝送帯域の中心周波数に対して相対的に負の周波数 を有する周波数成分のみタッア係数として持つ。これら のフィルク回路181、182から出力される相関信号 を入力したピーク検出回路185、186は、それぞれ のビークを検出してピーク値を保持する。これを相関に 一ク信号とする。したがつて、耐記基本パイロット信号 が複数回線り返された場合、相関ピーク信号は複数回出 サカキス

【0029】正フィルタ回路181を通過した正の局被 数成分の相関ビーク信号Crと負フィルタ回路182を 通過した負の局波数成分の相関ビーク信号Ciは、加算 回路187により加算され、ローカル局波数減差変換回 路189に入力される。同様に、正フィルタ回路181 を通過した正の周波数成分の相関ビーク信号Crと負フィルタ回路 182を通過した真の周波数成分の相関ビーク信号Ciは、波道回路188により波算され、クロック周波数議券変権回路1810に入力される。

【0030】ローカル周波数誤差変換回路189とクロ ック周波数誤差変換回路1810は、複素信号を複素座 標面上の偏角に変換し、その偏角を偏角の正接に変換す るデータを持った、例えばROMで構成される。この場 合、リファレンスは偏角= の度である。

【○○31】ローカル局波数就差変換回路189の出力は、例えばNCO(数値演算発振器)で構成したローカル信号発振回路16に入力される。これによって、受信したOFDM信号のキャリア間接数と受信装置内のローカル周波数との説差を補正する位相同期ループが構成される。同様にクロック周波数話差変換回路1810の出力は、例えばNCO(数値演算系振器)で構成したクロック信号発配路14に入ったることによって、受信したOFDM信号のサンプリング周波数と受信装置内のサンプリング周波数との誘差を補正する位相同期ループが構成される。これによって、受信したOFDM信号のサンプリング周波数と受信装置内のサンプリング周波数との誘差を補正する位相同期ループが構成される。

【0032】上記構成による処理動作について、図4を 参照して説明する。

【0033】OFDM信号の全搬送波の数を2m本とす る。各搬送波の周波数の低い方から順に搬送波番号をつ けると、搬送波番号は1~2mとなる。パイロット信号 として2 本に1本の割合で既知の特定の変調を施すと する。パイロット信号として変調を施された搬送波番号 が2n. 2n+1. 2n+2. .... 2m-nのとき、図 4 (b) に示すように1有効シンボル期間にパイロット 信号は同じ波形が2m回繰り返される。したがって、繰 り返す最小単位の信号を、既知の信号データとして受信 装置側に保持し、受信したOFDM信号からパイロット 信号を抽出するフィルタ回路181、182のタップ係 数として用いることにより、図4(c)に示すように、 1 有効シンボル期間に2n回パイロット信号が抽出でき る ここで、送信装置と受信装置のローカル周波数誤 差、クロック周波数誤差を相関ビーク信号から補正でき ることは、特開平8-102771号公報、および特開 平9-321733号公報に示されている通りである。 またキャリア信号の偏角(位相角)を周波数誤差信号と し位相同期ループを構成することは、一般的なデジタル PLL回路と同様である。

【0034】パイロット信号の搬送波がOFDM信号の 伝送帯域内の全搬送波の20 本に1 本の例らで送られ、 OFDM信号の無波数成分を持った信号は、1 有効シンボル 期間で同じ信号が2 回線が2 たわる。したかって、接 り返す数小単位の信号を、既知の信号データとして受信 装置側に採持し、受信信号と相関を取ることにより、 (4) にデオように、1 有効シンボル期間に2。回相 関が取れる。補正できる周波数誤差は、サブキャリア間 隔を前述の回数倍したものであるから、サブキャリア間 隔の2m 倍以下となる。

【0035】したがって、上記構成による関波数談差額 出回路18名用いてAFC回路を構成すれば、送信装置 受信装置の一カル周波数の寸れを1有勢ンパル期 間に2。回算出することができるので、周波数のずれを その遊数であるOFDMキャリア間隔の2・倍まで補正 することができる。また、同様の手はでサンプリングク ロックの間数数該差も補正することができる。

【0036】尚、バイロット信号がさらに間引かれ、2 × Rキャリアに1回のときでも、繰り返す最小単位は 同じ(2 n) であるから、陽波数誤差検出回路18のフィルタ回路181、182としては、最小単位2 n 回の相関処理を施せばよい。例えば、先に述べた次世代地上デジタルテレビション放送の暫定方式では、12(=2×3)キリアに1回であるが、この場合、最小単位 22=4回の相関処理を施せばよい。

[0037]また、従来方式によるガードインターバル 期間と有効シンボル期間との相関によって周波数銭差を 検出するものと組み合わせて構成してもよいことは勿論 である。例えばサンプリングクロック信号、ローカル信 号のいずがか一方の周波数相正をパイロット信号の相関 処理によって行い、他方の周波数補正をガードインター バル期間と有効シンボル期間との相関処理によって行う ことも可能である。

10000 THE CANON

[0038]

【発明の効果】以上のように本発明によれば、簡易な構成にして1サブキャリア間隔以上を含めてより広範囲な 間波数誤差補正を行うことのできるAFC回路を提供す ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係るAFC回路の実施の形態の構成 を示すブロック回路図。

【図2】 同実施形態のフィルタ回路の具体的な構成を 示すブロック回路図。

【図3】 次世代地上波デジタル放送の暫定方式における1フレーム内のパイロット信号配置例を示す図。

【図4】 本発明が利用するバイロット信号による相関 処理を説明するための図。

【図5】 本発明が適用されるAFC回路の基本的な構成を示すプロック回路図.

【符号の説明】

11…アンテナ

12…チューナ

13…A/D変換回路 14…クロック信号発信回路

15…直交復調回路

16…ローカル信号発振回路

17…OFDM復調回路

18…周波数誤差検出回路

181…正フィルタ回路

182…負フィルタ回路

183…正タップ係数メモリ 184…曾タップ係数メモリ

185、186…ピーク検出回路

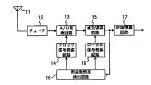
187…加算同路

188…減箕回路

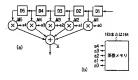
189…ローカル周波数誤差変換回路

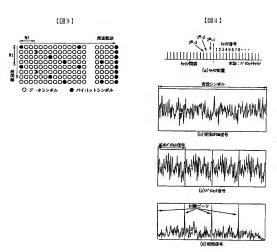
1810…クロック周波数調差変換回路

[図1]

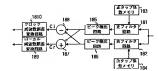


[図2]





【図5】



## 【手統補正書】

【提出日】平成11年2月26日(1999.2.2 6)

## 【手続補正1】

- 【補正対象書類名】明細書
- 【補正対象項目名】特許請求の範囲
- 【補正方法】変更
- 【補正内容】

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】2 m 本に 1 本の割合でキャリアが限知の規 期で変調されたパイロットキャリア (以下、パイロット 信号)を用いたキリア教会のOFDM (成反周波数 分割多重) 方式の変調信号 (以下OFDM信号) を受信 し、その伝送勘総信号を中間測途信号に変換するチュー ナー回路と、この回路で得られたアナログ中間測途信号 をクロック信号発振回路で発生されるサンプリングクロ ックによりデジタル中間防念信号に変換するアナログ/ デジタル変換回路と、この回路で得られたデジタル中間 周波信号をローカル信号発振回路で発生されるローカル 信号により直交接調して複素形式のベースパンドOFD 配信号に変換する直交援期回路と、この回路で得られた 複素形式のベースパンドOFDM信号から各搬送波のデ ータ信号を置前するOFDM復調回路とを備えたOFD 極受信禁密に用いられ

MX日本級に、MYの3年 利力を指し、対して、 を持った。 を持った。 を持った。 を持った。 を持った。 でかいて、一般である。 でかいて、一般である。 でかいて、一般である。 でかいて、一般である。 では、一般である。 を出力すること。 では、一般である。 でいる。 でいる

このビーク検出手段で得られる正及び負の周波数成分の 相関ビーク信号を加算することで、前記ペースバンド〇 FDM信号における各搬送波の周波数間隔が変化せず伝 送帯域の中心周波数が偏移した場合の周波数偏移量を算 出する加算回路と、

前記ピーク検出手段で得られる正及び負の周波数成分の 相関ピーク信号を減重することで、前記ペースバンドO FDM信号における各級送波の中心周波数が変化せず各 キャリア間の周波数間隔が順移した場合の周波数解移量 を算出する減算回路と、

この減算回路で算出される周波数價移量から前記サンプ リングクロックの間波数誘差を検出し、この周波数誤差 に応じて前記クロック信号発振回路の発振周波数を補正 するクロック信号・補正手段と、

前記加算回路で算出される周波数偏移量から前記ローカ ル信号の周波数誤差を検出し、この周波数誤差に応じて 前記ローカル信号発振回路の発振周波数を補正するロー カル信号補正手段とを具備することを特徴とするAFC 回路。

【請求項212n本に1本の割合でキャリアが既知の規則で変調されたパイロットキャリア(以下、バイロット 信号)を用いたキャリア数。のOFDM 信安周被数 分割多重)方式の変調信号(以下OFDM信号)を受信 し、その伝送周波信号を中間周波信号に変換するチュー 一回路と、この回路で得られたアナログ中間間波信号 をクロック信号振回路で発きれるサンプリングクロ ックによりデジタル中間周波信号に変換するアナログ/ デジタル変換回路と、この回路で得られたデジタル中間 周波信号をローカル信号発展回路で発生されるローカル 信号により直交復測して複素形式のベースバンドOFD M信号に変換する直交復期回路と、この回路で得られた 複素形式のベースバンドOFDM信号から各搬送波のデ ータ信号を復調するOFDM復調回路とを備えたOFD M受信装置に用いられ、

所文店を観にかかり、 をれぞ和前記既知の規則に則って構成され、前記直交復 期回路で得られた複素形式のベースバンドOFD M信号 でついて予め場待された前記・イロット信号との間で相 関処理を行うもので、伝送帯域の中心周波数に対して相 対的に正の間波数を有するパイロット信号との相関信号 を出力する正フィルタと、仮送帯域の中心周波数に対して 相対的に負の周波数を有するパイロット信号との相関 信号を出力する良フィルクとを備えるフィルク手段と、 前記正フィルク及び負フィルクの各出力についてビーク を検出して、伝送帯域の中心周波数に対して正の周波数 成分の相関ビーク信号及び裏の周波数成分の相関ビーク 信号を出力すると一々検出手段と、

このビーク検出手段で得られる正及び負の周波数成分の 相関ビーク信号を減算することで、前記ペースパンドO FDM信号における各機送波の中心周波数が変化せず各 キャリア間の周波数間隔が信移した場合の周波数何移量 を算出する波数回隔と、

この減算回路で算出される周波数隔移量から前記サンプ リングクロック周波数額差を検出し、この周波数額差 に応じて前記クロック信号発振回路の発振周波数を補正 するクロック信号補正手段とを具備することを特徴とす るAFC回路。

(請求項名) 2.2 本に1本の割合でキャリアが展知の規 関で変調されたパイロットキャリア (以下、パイロット 信号) を削いたキャリア数でのOPDM (直定期波数 分割多重) 方式の変調信号(以下OFDM信号) を受信 し、その応送間波信号を中間周波信号に変換するチェーナー回路と、この間客で待られてナマナログ中間間 アー回路と、この回路で持ちれてナマナログ中間の アギシルを数値回路と、この回路で待られでデジルト中間 間波信号をローカル信号発掘回路で発生されるローカル 信号により直交変調して複素形式のベースパンドOFD 相信号で変加する区下DM信号から各撮送波のデータ信号を復調するOFDM信号から各撮送波のデータ信号を復調するOFDM信号の格信号から各撮送波のデータ信号を復調するOFDM信号から各撮送波のデータ信号を復調するOFDM信号のお

それぞれ前記取知の規則に則って構成され、前部直を交 期回路で得られた推案形式のベースパンドのFDM信号 について予か維持された前記パイロット信号との間で相 関処理を行うもので、伝送帯域の中心周波数に対して相 対的に正の関数を含するがイロット信号との相関信号 を出力する正フィルタと、伝送帯域の中心周波数に対し て相対的に真の周波数を有するパイロット信号との相関 信号を出力する表見フィルタとを備えるフィルグ手段と 前記正フィルタ及び負フィルタの各出力についてビーク を検出して、伝送帯域の中心周波数に対して正の周波数 成分の相関ビーク信号及び負の周波数成分の相関ビーク 信号を出力するビーク検出手段と、

このビーク検出手段で得られる正及び負の周波数成分の 相関ビーク信号を加算することで、前記ペースバンドO FDM信号における各搬送数の周波数間隔が変化せず伝 送帯域の中心周波数が偏移した場合の周波数偏移量を算 出する加賀回路と

この加算回路で算出される周波数個移量から前記ローカル信号の周波数誤差を検出し、この周波数誤差に応じて 前記ローカル信号発振回路の発振周波数を補正するローカル信号補正手段とを具備することを特徴とするAFC 10182

【請求項4】前記フィルタ手段は、前記正フィルタ、負フィルタ用に、前記パイロット信号波形に相当するデー列を格納するメモリ回路を備え、前記正フィルタ、負フィルタはされぞれ前記メモリ回路に格納されたデータ列による畳み込み演算によって相関信号を求めることを特徴とする請求項1、2、3のいずれか記載のAFC回路

【請求項5】前記フィルタ手段は、前記パイロット信号が1有効シンボル期間で2°×Rキャリアに1回のとき、最小繰り返し単位2°回の相関処理を施すことを特徴とする請求項1、2、3のいずれか記載のAFC回

【手續補正2】

路。

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0008

【補正方法】変更

【補正内容】

【0008】(1)2n本に1本の割合でキャリアが既 知の規則で変調されたパイロットキャリア(以下、パイ ロット信号)を用いたキャリア数2mのOFDM(直交 周波数分割多重) 方式の変調信号(以下OFDM信号) を受信し、その伝送周波信号を中間周波信号に変換する チューナー回路と、この回路で得られたアナログ中間周 波信号をクロック信号発振回路で発生されるサンプリン グクロックによりデジタル中間周波信号に変換するアナ ログ/デジタル変換回路と、この回路で得られたデジタ ル中間周波信号をローカル信号発振回路で発生されるロ ーカル信号により直交復調して複素形式のベースバンド OFDM信号に変換する直交復調回路と、この回路で得 られた複素形式のベースバンドOFDM信号から各搬送 油のデータ信号を復調するOFDM復調回路とを備えた OFDM受信装置に用いられ、それぞれ前記既知の規則 に即って構成され、前記直交復調回路で得られた複素形 式のベースバンドOFDM信号について予め保持された 前記パイロット信号との間で相関処理を行うもので、伝 送帯域の中心周波数に対して相対的に正の周波数を有す

るパイロット信号との相関信号を出力する正フィルタ と、伝送帯域の中心周波数に対して相対的に負の周波数 を有するパイロット信号との相関信号を出力する負フィ ルタとを備えるフィルタ手段と、前記正フィルタ及び負 フィルタの各出力についてピークを検出して、伝送帯域 の中心周波数に対して正の周波数成分の相関ピーク信号 及び負の周波数成分の相関ピーク信号を出力するピーク 検出手段と このピーク検出手段で得られる正及び負の 周波数成分の相関ビーク信号を加算することで、前記べ -スパンドOFDM信号における各搬送波の周波数間隔 が変化せず伝送帯域の中心周波数が偏移した場合の周波 数偏移量を复出する加箕同路と、前記ピーク検出手段で 得られる下及び旬の周波数成分の相関ピーク信号を減算 することで、前記ベースバンドOFDM信号における各 搬送波の中心周波数が変化せず各キャリア間の周波数間 隔が値移した場合の周波数偏移量を算出する減算回路 と、この減算回路で算出される周波数偏移量から前記サ ンプリングクロックの周波数誤差を検出し、この周波数 認差に応じて前記クロック信号発振回路の発振周波数を 補正するクロック信号補正手段と、前記加算回路で算出 される周波数偏移量から前記ローカル信号の周波数誤差 を検出し、この周波数誤差に応じて前記ローカル信号発 福同路の発振周波数を補正するローカル信号補正手段と を具備することを特徴とする。

を具備することを特徴とする 【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書 【補正対象項目名】0009

【補正方法】変更

【補正内容】

【0009】(2)2n本に1本の割合でキャリアが既 知の規則で変調されたパイロットキャリア(以下、パイ ロット信号)を用いたキャリア数2mのOFDM(直交 周波数分割多重) 方式の変調信号(以下〇FDM信号) を受信し、その伝送周波信号を中間周波信号に変換する チューナー同路と、この回路で得られたアナログ中間周 波信号をクロック信号発振回路で発生されるサンプリン グクロックによりデジタル中間周波信号に変換するアナ ログ/デジタル変換同路と、この回路で得られたデジタ ル中間周波信号をローカル信号発振回路で発生されるロ ーカル信号により直交復調して複素形式のベースバンド OFDM信号に変換する直交復調回路と、この回路で得 られた複素形式のベースバンドOFDM信号から各搬送 波のデータ信号を復調するOFDM復調回路とを備えた OFDM受信装置に用いられ、それぞれ前記既知の規則 に則って構成され、前記直交復調回路で得られた複素形 式のベースバンドOFDM信号について予め保持された 前記パイロット信号との間で相関処理を行うもので、伝 送帯域の中心周波数に対して相対的に正の周波数を有す るパイロット信号との相関信号を出力する正フィルタ と 伝送帯域の中心周波数に対して相対的に負の周波数 を有するパイロット信号との相関信号を出力する負フィ ルタとを備えるフィルタ手段と、前記正フィルタ及び負 フィルタの各出力についてピークを検出して、伝送帯域 の中心周波数に対して正の周波数成分の相関ピーク信号 及び旨の周波数成分の相関ビーク信号を出力するピーク 検出手段と、このピーク検出手段で得られる正及び負の 周波数成分の相関ピーク信号を減算することで、前記べ ースバンドOFD M信号における名搬送波の中心周波数 が変化せず各キャリア間の周波数間隔が偏移した場合の 周波数偏移量を算出する減算回路と、この減算回路で算 出される周波数偏移量から前記サンプリングクロックの 周波数誤差を検出し、この周波数誤差に応じて前記クロ ック信号発振回路の発振周波数を補正するクロック信号 補正手段とを具備することを特徴とする。

【手続補正4】

【補下対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

【補正内容】

【0010】(3) 2n 本に1本の割合でキャリアが既 知の規則で変調されたパイロットキャリア(以下、パイ ロット信号)を用いたキャリア数2mのOFDM(直交 周波数分割多重)方式の変調信号(以下OFDM信号) を受信し、その伝送周波信号を中間周波信号に変換する チューナー回路と、この回路で得られたアナログ中間周 波信号をクロック信号発振回路で発生されるサンプリン グクロックによりデジタル中間周波信号に変換するアナ ログノデジタル変換回路と、この回路で得られたデジタ ル中間周波信号をローカル信号発振回路で発生されるロ ーカル信号により直交復調して複素形式のベースバンド OFDM信号に変換する直交復調回路と、この回路で得 られた複素形式のベースバンドOFDM信号から各搬送 波のデータ信号を復調するOFDM復調回路とを備えた OFDM受信装置に用いられ、それぞれ前記既知の規則 に則って構成され、前記直交復調回路で得られた複素形 式のベースバンドOFDM信号について予め保持された 前記パイロット信号との間で相関処理を行うもので、伝 送帯域の中心周波数に対して相対的に正の周波数を有す るパイロット信号との相関信号を出力する正フィルタ と、伝送帯域の中心間波数に対して相対的に負の周波数 を有するパイロット信号との相関信号を出力する負フィ ルタとを備えるフィルタ手段と、前記正フィルタ及び負 フィルタの各出力についてピークを検出して、伝送帯域 の中心周波数に対して正の周波数成分の相関ピーク信号 及び負の周波数成分の相関ピーク信号を出力するピーク 検出手段と、このピーク検出手段で得られる正及び負の 周波数成分の相関ピーク信号を加算することで、前記べ ースバンドOFDM信号における各搬送波の周波数間隔 が変化せず伝送帯域の中心周波数が偏移した場合の周波 数偏移量を算出する加算回路と、この加算回路で算出さ れる周波数偏移量から前記ローカル信号の周波数誤差を 検出し、この間波数調差に応じて前記ローカル信号発振 回路の発振周波数を補正するローカル信号補正手段とを 旦備することを特徴とする.

【手続補正書】

【提出日】平成12年2月18日(2000.2.1

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書 【補下対象項目名】0033

【補正方法】変更

R)

【補正内容】

【0033】OFDM信号の全搬送波の数を2m本とす る。各搬送波の間波数の低い方から順に搬送波番号をつ けると、搬送波番号は1~2mとなる。パイロット信号 として2n 本に1本の割合で既知の特定の変調を施すと する。パイロット信号として変調を施された搬送波番号 が2n、2n×2、2n×3、…のとき、図4(b)に 示すように1有効シンボル期間にパイロット信号は同じ 波形が2n回繰り返される。したがって、繰り返す最小 単位の信号を、既知の信号データとして受信装置側に保 持し、受信したOFDM信号からパイロット信号を抽出 するフィルタ回路181、182のタップ係数として用 いることにより、図4 (c)に示すように、1有効シン ボル期間に2 n回パイロット信号が抽出できる

フロントページの続き

(72)発明者 石田 憲一 東京福港区芝五丁目7番1号 日本電気株 式会社内

Fターム(参考) 5KO22 DD01 DD13 DD18 DD19 DD33 DD43